

# 유비쿼터스 환경에 상황 인지 기반 개인화 자원 추천 시스템

박종현<sup>0</sup>, 강선희, 강지훈  
충남대학교 소프트웨어연구소<sup>0</sup>, 충남대학교 컴퓨터전공  
{jonghyunpark<sup>0</sup>, sckang, jhkang}@cnu.ac.kr

## Personalized Resource Recommender System Based on Context-Aware in Ubiquitous Environments

Jong-Hyun Park<sup>0</sup>, Sun-Hee Kang, Ji-Hoon Kang  
Software Research Center, Chungnam National University<sup>0</sup>, Dept. of Computer Science and Engineering, Chungnam National University

### 요 약

유비쿼터스 환경에서 사용자는 개인용 디바이스를 이용하여 보이지 않는 수많은 자원들과 서로 연결하여 원하는 서비스를 제공 받기를 원한다. 이러한 요구사항을 만족시키기 위하여 유비쿼터스 지능 공간에 존재하는 자원들 사이의 공유가 필요하며 이를 효율적으로 수행하기 위한 연구는 새로운 연구 주제이다. 그러나 동일한 환경이라 할 지라도 각 사용자들의 상황은 서로 다르며 개인적인 성향 역시 다양하다. 그러므로 동일한 공간에서 동일한 서비스를 원하는 사용자들이라 할 지라도 현재의 상황과 사용자 개인의 개성에 따라 필요로 하는 자원이 다른 것이 현실이다. 그러므로 본 논문에서는 사용자의 상황을 인지하여 맞춤형 자원을 추천하는 시스템을 개발한다. 추천 시스템은 사용자의 상황을 인지하기 위한 방법으로 온톨로지 기반 추론을 수행하고, 개인화 추천 서비스를 제공하기 위하여 규칙들 이용한 규칙 기반 추론 방법을 수행한다.

### 1. 서 론

유비쿼터스 컴퓨팅(Ubiquitous Computing)은 수많은 지능형 컴퓨터들이 유기적으로 연결되어 언제 어디서나 사물(Object)을 인식하고 사람들에게 필요한 정보나 서비스를 제공하는 것을 목적으로 하며, 그 환경은 다양한 형태의 지능형 컴퓨터가 현실 세계와 효과적으로 결합되어 컴퓨팅 자원을 활용할 수 있도록 한다[1, 2]. 또한 사용자들은 모바일 디바이스와 같은 경량의 단말을 이용하여 유비쿼터스 컴퓨팅 개념이 구현된 환경에(USS: Ubiquitous Smart Space) 존재하는 다양한 자원들을 필요에 따라 공유하고자 한다. 이때 사용자의 상황을 분석하고 사용자가 필요로 하는 서비스에 적절한 자원을 검색하고 해당 서비스를 위한 자원들을 구성하기 위한 연구는 유비쿼터스 환경에서 개인화된 자원공유 서비스를 위해서 필요한 연구들 가운데 하나이며, 현재 사용자의 상황을 자동으로 인식하고 그 요구사항을 분석하여 맞춤형 자원을 추천해주기 위한 연구들은 활발히 진행되고 있다[3, 4, 5, 6, 7, 8].

그러나 이러한 목적을 지향하는 기존의 연구들은 대부분은 서버-클라이언트 환경을 기반으로 하고 있으므로 서버에서 다수 클라이언트들을 위한 서비스 추론을 수행한다. 본 논문에서는 Peer-to-Peer 환경을 고려하여 개인의 단말에서 상황 인지 추론을 수행하고

주변에 활용 가능한 자원들을 공유하여 적절한 서비스를 추천하기 위한 방법을 제안하고 이를 기반으로 하는 시스템을 제안한다. 이러한 방법은 사용자의 개인화에 보다 초점을 둔 추론을 수행할 수 있으며, 서버에서 수행하는 획일화된 추론 기술이 아니라 USS에 존재하는 다양한 모바일 장치(UMO: Ubiquitous Mobile Object)들의 특성을 고려한 추론 기술로 사용된다. 또한 본 논문에서는 사용자의 상황을 인지하여 서비스를 추천하는 것은 물론이고, Peer-to-Peer 환경에 맞게 해당 서비스를 제공하기 위하여 필요한 자원들을 상호 공유하고 그들 가운데 최적의 자원을 추천하는 것이 그 목적이다. 그러므로 기존의 추론 기술과는 추구하는 목표에서 분명한 차이를 보인다. 이는 향후 유비쿼터스 환경에서 사용자가 초소형의 모바일 단말만을 이용하여 필요로 하는 서비스를 수행하기 위해서 반드시 필요한 기술이다.

본 논문의 나머지 구성은 다음과 같다. 2절에는 본 논문과 관련된 연구들을 기술하고 있으며, 3절에서는 본 논문에서 제안하는 상황 인지 개인화 기반 자원 추천 시스템을 설명 한다. 4절에서는 시나리오를 기반으로 하여 추천 시스템의 흐름을 보이며, 마지막으로 5절에서 결론을 맺는다.

## 2. 관련연구

유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 사용자는 현재 자신의 환경에서 보다 적절한 자원들을 이용하여 서비스 받기를 원하며 UPnP, JINI는 이러한 자원들 사이의 통신을 위해 제안된 대표적인 표준 인터페이스로서 네트워크 환경에서 '플러그 앤 플레이'가 가능하도록 하는 기술이다[9, 10]. UPnP[9]는 홈 네트워크 환경에서 운영체제, 언어 및 하드웨어에 독립적인 서비스 환경을 제공하는 미들웨어로 단순하고 유연하며 표준에 기반을 둔 Peer-to-Peer방식의 연결성을 제공한다. 사용자는 단지 장치를 네트워크에 연결시키면 네트워크상에 연결된 기존의 장치들이 자동으로 새로 추가된 장치를 발견하여 제어하거나 다른 장치가 가진 서비스를 찾을 수 있다. JINI[10]는 SUN에서 개발한 분산 환경의 홈 네트워크 에서 자원 공유를 제공하는 미들웨어 기술로 네트워크상의 모든 종류의 디바이스와 소프트웨어 자원의 통합체를 구성하여 서비스와 자원을 공유하고 사용자의 위치에 관계없이 용이한 자원의 접근 및 네트워크의 개설, 갱신, 변경 작업의 단순화를 목표로 한다. 이러한 시스템들은 주변의 자원들을 공유할 수 있다는 면에서 본 논문에서 추구하는 자원 공유의 목표와 유사하지만 사용자의 상황을 고려한 개인화된 자원의 추천이라고 보기는 힘들다.

[7]에서는 컨텍스트 정보의 생성, 관리를 위해 공간상에 존재하는 모든 컴퓨팅 엔티티들을 위한 컨텍스트 공유모델을 관리하는 브로커 에이전트를 제안한다. 특별히 CoBrA는 컨텍스트를 RDF와 OWL을 이용하여 정형화된 틀에 기반을 둔 온톨로지로 구성하여 지식에 대한 공유를 가능하게 했으며, 이를 지식 기반으로 구성하여 컨텍스트를 적용한 추론을 가능하게 한다. 또한 센서를 이용한 정형화된 사용자 행동이나 공간 개념의 정보, 디바이스 및 특정 상황(회의, 문서, 시간)에 대한 정보들 역시 온톨로지로 정의하여 특정 상황에 특화된 서비스 및 정보를 관리한다. 본 논문에서는 이러한 접근 방법을 다양한 USS에서 다양한 종류의 서비스와 자원들을 정의하기 위한 방법으로 참조하여 서비스 온톨로지와 자원 온톨로지를 정의하고 이를 기반으로 하는 상황인지 추론을 수행한다. 그러나 본 논문의 목적은 자원의 공유이므로 보다 상세한 자원 온톨로지를 정의하고 있으며 개인용 모바일 단말에서 추론을 수행하므로 CoBrA의 방법보다 개인화된 추론을 수행한다.

Celadon 프로젝트[3]는 컨텍스트 기반 지능형 유비쿼터스 협업 시스템을 구축하기 위해 IBM에서 2004년부터 추진하는 프로젝트로써 사용자 주변에 다양한 서비스, 디바이스가 존재하는 유비쿼터스 환경에서 지적 객체간의 지능적인 협업 및 상황인식 서비스를 제공해 주는 브로커 중심의 미들웨어 인프라스트럭처 구축을 주된 목표로 하여 개발하고 있다. 그러므로 Celadon 프로젝트의 목표는 본 논문의

목표와 매우 유사하다. 그러나 본 논문의 환경은 Peer-to-Peer 이고 개인용 단말에서 추론을 수행하므로 보다 개인화된 자원 추론이 가능하다.

## 3. 상황 인지 기반 개인화 자원 추천 시스템

상황인지 기반 개인화 자원 추천 시스템의 구조는 그림 1과 같이 Resource Context Analyzer, Resource Reasoner, User Information Manager, Resource Map Generator, 그리고 Information Base로 구성된다. 자원 추천 시스템은 Service Broker로부터 서비스 요청을 받고 해당 서비스를 구성하기 위해서 가장 적절하다고 추정되는 자원들을 추론하여 반환한다. Service Broker는 추천 시스템으로부터 얻은 자원들의 Map을 Resource Composer에게 반환하여 실제 자원들을 구성하도록 요청한다. Resource Discover는 주기적 혹은 추천시스템의 요청이 있을 경우 현재 USS에 공유 가능한 자원들을 검색하고 정보들을 수집하여 추천 시스템에게 제공하는 역할을 담당한다. Service Broker와 Service Discover/Composer는 전자부품연구원에서 개발 중에 있다.

Resource Context Analyzer는 요청 받은 서비스를 구성하기 위해서 필요한 자원들을 파악하고 현재 USS에서 사용 가능한 자원들을 얻는 역할을 담당한다. Resource Context Analyzer의 각 서브모듈을 살펴보면 Service Analyzer는 입력으로 들어온 서비스를 구성하기 위해서 필요한 자원들이 어떤 것들인지 추론하는 역할을 담당한다. 이를 위하여 본 논문에서는 자원 온톨로지와 서비스 온톨로지를 정의하고 그들 사이의 관계를 정의하였다. 예를 들어 'Presentation' 서비스는 '화면 출력 자원', '포인팅 자원', 그리고 '음성 입출력 자원'으로 구성된다는 것을 온톨로지 기반 추론을 통해 추론할 수 있다. 물론 각 자원들 하나 이상의 서브 자원들을 내포하고 있을 것이다. 보다 구체적인 온톨로지의 구성은 [11]에 기술되어있으며 본 논문에서는 온톨로지 기반의 추론을 수행하기 위하여 JENA를 사용하였다. Service Analyzer로부터 해당 서비스를 구성하기 위해서 사용 가능한 자원들의 종류를 얻으면 실제 현재의 USS에서 유용한 자원들이 존재하는지 검색해야 한다. 이를 제공하기 위하여 추천 시스템은 이미 Information Base에 현재 USS에 공유할 수 있는 자원들의 정보를 저장하고 있다. Information Base는 주기적으로 USS에 존재하는 사용 가능한 자원들을 검색하고 그 정보를 기록하는 역할을 담당한다. 또한 Information Base는 사용자의 개인정보, 과거 이력, 선호도, 현재의 상황 정보들을 모두 저장 관리하는 역할을 담당한다. 이러한 정보들은 RDF 형태로 저장되어있으므로 RDF 데이터의 검색을 위한 표준 질의어인 SPARQL을 질의어로 사용한다. SPARQL Generator는 이러한 검색용 질의를 생성하기 위한 역할을 수행하고 Resource Requestor는 질의를 수행하여 Information Base로부터 현재 USS에서 요청된 서비스

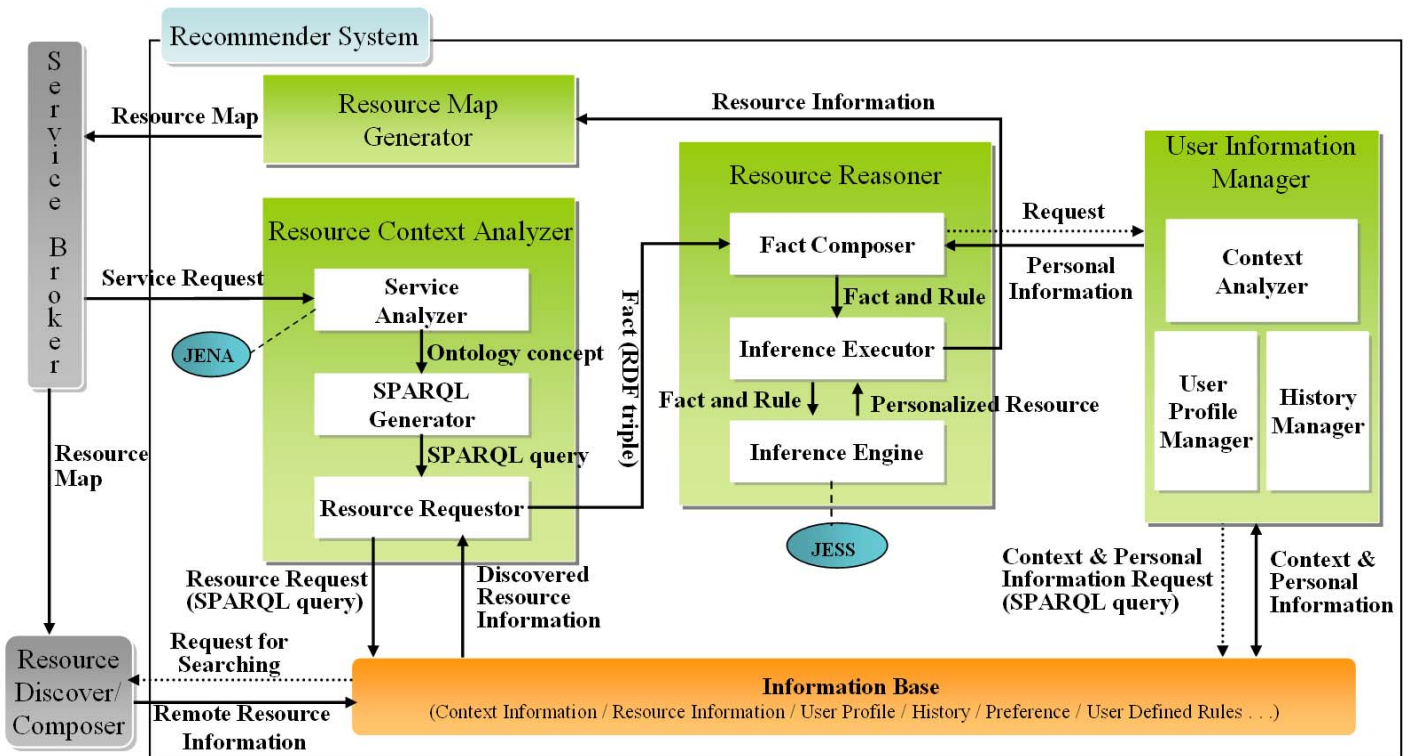


그림 1. 상황인지 기반 개인화 자원 추천 시스템의 구조

를 수행하기 위해서 사용 가능한 모든 자원들을 얻어올 것이다. User Information Manager는 크게 세가지 정보를 관리한다. 첫 번째는 Context 정보이다. 논문에서의 Context 정보는 현재의 시간, 위치, 조도, 공간 등과 같이 현재 모바일 장치의 상황으로 정의되어있으며, Context Analyzer가 이 정보들을 관리한다. 두 번째 정보는 Profile 정보로 Profile Manager는 사용자의 나이, 키, 시력, 체중 등과 같은 개인의 Profile 정보와 현재의 모바일 장치가 소유하고 있는 입력장치, 출력장치 등에 대한 Profile 정보를 모두 관리한다. 마지막으로 History Manager에 의해서 관리되는 사용자의 과거 서비스 사용 이력 정보이다. History Manager는 사용자가 이미 수행한 과거의 서비스 이력 등을 저장하고 이를 기반으로 사용자의 선호도를 얻는다. 현재 우리의 추천 시스템은 과거에 사용자가 수행한 기록을 저장한 후 차후 동일한 서비스가 요청되면 가장 최근에 사용한 동일한 서비스를 검색하여 이를 추천에 이용한다. Resource Reasoner는 현재 상황과 사용자 정보 등을 적용하여 사용자 맞춤형 자원을 추천하는 역할을 담당한다. 그 하위 모듈인 Fact Composer는 Resource Context Analyzer로부터 얻어온 자원들의 정보와 User Information Manager로부터 얻어온 사용자와 상황 정보들을 규칙 기반 추론을 수행하기 위한 Fact와 Rule의 형태로 변환하는 작업을 수행한다. 특별히 본 논문에서는 규칙기반 추론을 수행하기 위하여 JESS[12]를 사용하고 있으므로 JESS가 사용할 수 있는 형태의 Fact와 Rule의 형태로 변환한다. Inference Executor와 Inference Engine은 JESS 엔진을

통하여 현 상황과 사용자의 개인 정보를 반영한 자원 추천을 수행하는 역할을 담당한다. Resource Map Generator는 선택된 자원들을 실제 서비스가 가능하도록 구성하여 Service Broker에게 반환한다.

#### 4. 상황 인지 기반 개인화 자원 추천을 위한 실험 시나리오

상황 인지 기반 개인화 자원 추천 시스템을 위한 실험 시나리오는 다음과 같다. 저녁 시간에 동영상을 시청하면서 이동하던 사용자가 자신의 사무실(USS)로 진입하여 현재 USS에서 사용 가능한 자원들을 공유하여 지속적인 동영상 시청 서비스를 받기를 원한다. 이때 자원 추천 시스템으로 입력되는 값은 ‘동영상 시청’이라는 서비스 요청이다. 추천 시스템은 먼저 ‘동영상 시청’ 서비스를 제공하기 위하여 필요한 자원들을 추천한다. 논문에서 사용하는 온톨로지를 기반으로 추론한 결과는 화면 출력 자원과 음성 출력 자원이다. 그러므로 추천 시스템은 현재 USS에 사용 가능한 화면 출력 자원과 음성 출력 자원을 얻기 위한 SPARQL 질의를 생성하고 Information Base로부터 사용 가능한 자원들의 정보를 얻는다. 검색된 자원들 가운데 음성 출력 자원은 존재하지 않는다. 그러므로 음성 출력장치는 자신의 것을 사용한다. 화면 출력 장치는 서로 다른 종류의 모니터 3대가 검색되었다. 이때 추천 시스템은 다수의 모니터들 가운데 사용자에게 어떤 출력 장치를 추천해줄 것인가를 결정한다.

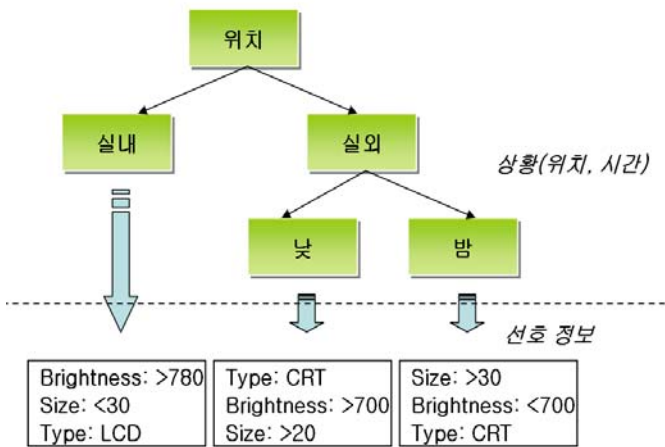


그림 2. 상황과 선호도를 이용한 추론

그림 2에서 볼 수 있는 것처럼 사용자의 선호 정보는 사용자가 처한 상황에 따라 변화한다. 그러므로 추론을 위한 첫 번째 단계는 정확한 현재의 상황을 얻는 것이다. 시나리오 상에 존재하는 사용자의 상황은 실내이므로 낮인지 밤인지 구분할 필요 없이 사용자의 선호도가 결정된다. 사용자는 실내에서 'Brightness가 780이상, Size가 30미만, Type이 LCD인 모니터'를 선호한다. 이러한 선호 정보들은 사용자에 의해서 미리 정의되거나 사용자의 이전 기록에 의해서 갱신된다. 표 1은 사용자가 선호하는 모니터를 Brightness를 적용하여 추론하기 위한 JESS Rule이다.

표 1. Brightness를 적용하여 모니터를 추론하기 위한 JESS Rule

```
(defrule MyRecommandationMonitor1
  (Monitor (ID?id)
   (Monitor_brightness ?brightness))
  (test (> ?brightness 780))
  =>
  (assert (RecommendedMonitor ?id)))
```



그림 3. 모바일 단말과 추론된 모니터 사이의 자원 공유

만약 추론 결과가 하나 이상의 모니터를 반환한다면 Size와 Type 정보를 추가로 적용하여 추론을 수행한다. 그림 3은 사용자의 모바일 단말의과 추론 시스템에 의해서 추론된 모니터 사이에 자원 공유를 수행하는 모습이다.

5. 결론

본 논문에서는 유비쿼터스 환경에 존재하는 다양한 종류의 자원들을 공유하기 위해서 사용자의 상황을 인지한 추론 방법과 개인화 정보를 반영한 추론 방법을 제안하였다. 또한 이를 기반으로 하는 추론 시스템을 설계하고 구현하였다. 우리의 추론 시스템은 모바일 디바이스가 갖는 자원의 한계를 해결할 수 있을 뿐만 아니라 상황에 따라 사용자 성향에 맞는 서비스를 제공할 수 있다는 장점이 있다.

현재 우리의 추론 시스템은 개인화 정보를 적용하기 위하여 규칙 기반 추론을 수행하고 있지만 선호도에 대한 가중치나 다양한 사용자 이력에 대한 정보는 적용하지 않고 있다. 그러므로 향후 다차원 추론과 같은 방법을 추가하여 보다 다양하고 개인화된 추론을 수행할 것이다.

Acknowledgement

본 연구는 21세기 프론티어 연구개발사업의 일환으로 추진되고 있는 지식경제부의 유비쿼터스컴퓨팅및네트워크원천기반기술개발사업의 08B3-O1-30S 과제로 지원된 것임.

참고문헌

- [1] K. Romer, T. Schoch, F. Mattern & T. Dubendorfer, "Smart Identification Frameworks for Ubiquitous Computing Application," Proc. PERCOM 2003, Fort Worth, USA, March, 2003.
- [2] M. Weiser, "Some computer science issues in ubiquitous computing," Communications of the ACM, Vol. 36, Issue 7, pp.75-84, July, 2003.
- [3] M. C. Lee, H. K. Jang, S. Y. Kim, Y. S. Paik, S. E. Jin, S. Lee, C. Narayanaswami, M.T.Raghunath & M.C.Rosu, "Celadon: Infrastructure for Device Symbiosis", Proc. The Seventh International Conference on Ubiquitous Computing 2005, Tokyo, Japan, September, 2005.
- [4] A. K. Dey, G. D. Abowd, & D. Salber "A conceptual Framework and a Toolkit for Supporting the Rapid Prototyping of Context-Aware Applications", Human-Computer Interaction Journal, Vol. 16, 2001
- [5] B. N. Schilit, N. Adams, & R. Want, "Context-aware computing applications," Proc. Mobile Computing System and Applications, pp. 85-90, 1994.

- [6] A. K. Dey, "Supporting the Construction of Context-Aware Applications," Dagstuhl seminar on Ubiquitous Computing, September, 2001.
- [7] "About Context Broker Architecture," <http://cobra.umbc.edu/about.html>.
- [8] A. Ranganathan & R. H. Campbell, "A Middleware for Context-Aware Agents in Ubiquitous Computing Environments," Proc. Middleware 2003, Rio de Janeiro, Brazil, June 2003.
- [9] G. Bhatti, Z. Sahinoglu, K. A. Peker, J. Guo, & F. Matsubara, "A TV-Centric Home Network to Provide a Unified Access to UPnP and PLC Domains," Proc. International Workshop on Networked Applications, pp.234-242, January, 2002.
- [10] JINI, <http://www.jini.org>.
- [11] W. I. Park, J. H. Park, S. J. Kang, Y. D. Lee, H. S. Choi, S. H. Kang, M. S. Choi, K. R. Sohn, Y. K. Kim, & J. H. Kang, "A Context-Based Collaboration System in Ubiquitous Environments", Proc. ICCIT 07, Gyeongju, Korea, November 2007.
- [12] JESS, the Rule Engine for the JavaTM Platform (<http://herzberg.ca.sandia.gov/jess/>).